

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

REV.	EMESSO PER/ISSUED FOR	DATA DATE	VERIFICATO VERIFIED	APPROVATO APPROVED
00	EMISSIONE	Gennaio 09	N. Gallo	N. Gallo

**CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBIENTE MARINO  
CIRCOSTANTE LA PIATTAFORMA RSM-B**

	Commessa PH180 Gennaio 09			
		C. Di Michele	P. Di Nardo	C. Matriccioni
		Elaborato	Verificato	Approvato

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO E METODICHE ANALITICHE .....</b>	<b>6</b>
2.1	ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO .....	6
2.2	MISURE IN SITU DELLA COLONNA D'ACQUA .....	7
2.3	PRELIEVO DEI CAMPIONI DI SEDIMENTO E PRIME MISURE IN CAMPO .....	8
2.4	METODICHE ANALITICHE .....	11
<b>3</b>	<b>RISULTATI .....</b>	<b>14</b>
3.1	CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE .....	14
3.2	CARATTERIZZAZIONE CHIMICA, CHIMICO-FISICA E MICROBIOLOGICA DEI SEDIMENTI .....	20
3.2.1	<i>Parametri in situ</i> .....	20
3.2.2	<i>Parametri chimico-fisici e macrodescrittori dello strato trofico e dei sedimenti</i> .....	21
3.2.3	<i>Contaminanti inorganici</i> .....	24
3.2.3.1	Confronto con le linee guida internazionali e con la letteratura scientifica .....	28
3.2.4	<i>Contaminanti organici</i> .....	30
3.2.5	<i>Parametri microbiologici</i> .....	33
3.3	VALUTAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ DEI SEDIMENTI IN CONFRONTO ALLA NORMATIVA NAZIONALE CORRELABILE ..	34
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>38</b>

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

### INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 - Lo schema DPSIR (Fonte: EEA, 1998).....	5
Figura 2.1 - Mappa delle stazioni di campionamento disposte intorno alla piattaforma Rospo Mare B (RSMB).....	6
Figura 2.2 - Strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei parametri in situ. In foto: sonda multiparametrica (SBE 19 plus Seacat Profiler).....	8
Figura 2.3 - Campionamento dei sedimenti. A sinistra: benna limnologica Van Veen; a destra: omogeneizzazione del campione.....	9
Figura 2.4 - Strumentazione utilizzata per la misura di Temperatura, pH e Potenziale Redox nel sedimento campionato. A sinistra: sonda PH 6 XS; a destra: prime misure in campo del sedimento campionato.....	10
Figura 3.1 - Profili dei parametri chimico-fisici e biologici delle acque nelle 5 stazioni intorno alla piattaforma di Rospo Mare B (R). .....	17
Figura 3.2 - Profili dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua lungo il transetto NO-SE. Nel riquadro in alto a sinistra sono riportate le posizione delle stazioni R1, R3, R4 e la posizione della piattaforma RSMB. ....	19
Figura 3.3 - Temperatura, pH e ORP misurati nei campioni di sedimento prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B. ....	21
Figura 3.4 - Intervalli granulometrici dei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B. ....	22
Figura 3.5 - Sostanza organica e Fosforo Totale dei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.....	23
Figura 3.6 - Mappe della concentrazione dei Metalli pesanti nei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B. ....	25
Figura 3.7 - Distribuzione delle concentrazioni dei contaminanti normalizzati per l'Alluminio. ....	27
Figura 3.8 - Concentrazioni degli Idrocarburi pesanti e dei Pesticidi organoclorurati riscontrate nei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.....	30
Figura 3.9 - Rappresentazione delle concentrazioni della sommatoria degli IPA riscontrate nei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B. ....	31
Figura 3.10 - Rappresentazione delle concentrazioni percentuali dei 16 congeneri degli Idrocarburi Policiclici Aromatici analizzati in ogni stazione. ....	31
Figura 3.11 - Concentrazioni dei Policlorobifenili totali riscontrate nei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B. ....	32

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1 - Riferimenti geografici e profondità del fondale delle stazioni di campionamento. ....	6
Tabella 2.2 - Cronologia delle attività di campionamento svolte in ogni stazione. AS = analisi dei parametri in situ; W = profilo fisico-chimico e biologico della colonna d'acqua; S = campionamento sedimenti; PB = campionamento macrozoobentos. ....	7
Tabella 2.3 - Prelievo dei campioni di sedimento. Livelli campionati e numero di aliquote in corrispondenza di ciascuna stazione. ....	10
Tabella 2.4 - Scheda tecnica dei sensori di cui è dotata la sonda multiparametrica SBE 19Plus. ...	11
Tabella 2.5 - Limiti di rilevabilità, metodiche e tecniche analitiche, utilizzate per la matrice solida. UN.MIS.: unità di misura; L.R : Limite di Rilevabilità .....	12
Tabella 3.1 - Media, deviazione standard, minimo, massimo e mediana calcolati sui valori dei parametri chimico-fisici e biologici dell'intera area di studio. ....	15
Tabella 3.2 - Temperatura, pH e ORP misurati nei campioni di sedimento prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B. ....	21
Tabella 3.3 - Percentuali delle principali frazioni granulometriche e classificazione tessiturale dei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B. ....	22
Tabella 3.4 - Peso specifico, Sostanza organica, Azoto Totale e Fosforo Totale dei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B. ....	23

## APPENDICI

Appendice 1 – Certificati dei risultati dei parametri chimico-fisici e biologici della colonna d'acqua

Appendice 2 – Rapporti di prova analisi chimiche dei sedimenti marini

Appendice 3 - Schede di descrizione delle caratteristiche macroscopiche dei sedimenti marini

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

---

### 1 PREMESSA

Il campo offshore di Rospo Mare è situato nel mare Adriatico a circa 20 Km al largo della costa abruzzese ad una batimetria compresa tra 50 e 80 m. La produzione del campo viene processata sulla piattaforma Rospo Mare situata nella zona "B" (RSMB) ed inviata a stoccaggio sulla nave FSO Alba Marina, da cui l'olio è periodicamente trasferito su petroliere.

Al fine di verificare l'impatto sull'ambiente marino legato alle attività svolte presso il sito di ubicazione della piattaforma Rospo Mare B (RSMB) è stato avviato un monitoraggio atto a caratterizzare la qualità delle componenti ambientali che potrebbero essere direttamente o indirettamente influenzate.

In particolare, il piano di monitoraggio prevede la caratterizzazione delle acque marine e dei sedimenti in 5 stazioni posizionate a raggiera intorno a RSMB. Tale piano di monitoraggio, predisposto secondo la direzione della corrente principale parallela alla costa Italiana da NO verso SE (Artegiani et al., 1997), permette di inquadrare la situazione a monte dei siti di interesse (stazione di bianco a NO) ed il possibile impatto delle strutture sull'ecosistema marino circostante (stazioni a NNE, SSO e SE), valutando la possibile dispersione dei contaminanti lateralmente e lungo la traiettoria della corrente.

Per ogni componente ambientale sono state selezionate le principali variabili che consentono di valutare, oltre ai potenziali impatti, le caratteristiche peculiari dell'ecosistema marino, la sua variabilità e la dinamica dei flussi di materia ed energia.

Le modalità operative impiegate per realizzare le indagini di monitoraggio dell'area di studio derivano dal modello interattivo degli elementi che forniscono informazioni su Pressione-Stato-Risposta (PSR) dell'UN-CSD (United Nations Commission on Sustainable Development) ed al più recente ed evoluto metodo D.P.S.I.R. (Driving force – Pressure – State – Impact - Response) proposto dall'Agenzia Europea per l'Ambiente nel 1998 che tiene anche conto delle Cause e degli Impatti (Figura 1.1).

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

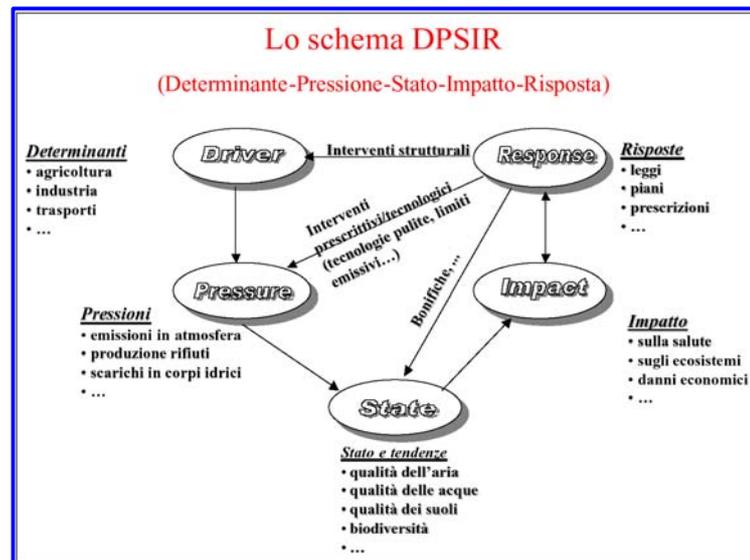


Figura 1.1 - Lo schema DPSIR (Fonte: EEA, 1998).

Il modello permette di individuare la catena dei collegamenti partendo dalle cause primarie dei problemi ambientali fino ad arrivare agli impatti connessi, considerando anche le conseguenti risposte. Il modello è stato considerato come uno strumento per organizzare l'informazione ambientale e per identificare i rapporti causali fra i diversi indicatori.

Seguendo lo schema proposto dalla EEA, è stata posta la massima attenzione sulla scelta degli indicatori in grado di qualificare e semplificare le informazioni, in modo da favorire sia la comprensione delle interazioni fra l'ambiente e le attività svolte nel "Campo Rospo mare" che il trasferimento di informazioni alle altre figure professionali ed ai decisori pubblici-amministrativi.

La presente relazione riguarda i risultati relativi alla campagna di monitoraggio dell'ambiente marino effettuato il 23 dicembre 2008. In particolare il rapporto si compone di un inquadramento generale delle attività di monitoraggio (cap. II) e della presentazione e discussione dei risultati, anche in base a confronti con limiti normativi e riferimenti bibliografici (cap. III). Tutte le evidenze sono poi raccolte ed integrate nelle osservazioni conclusive (cap. IV).

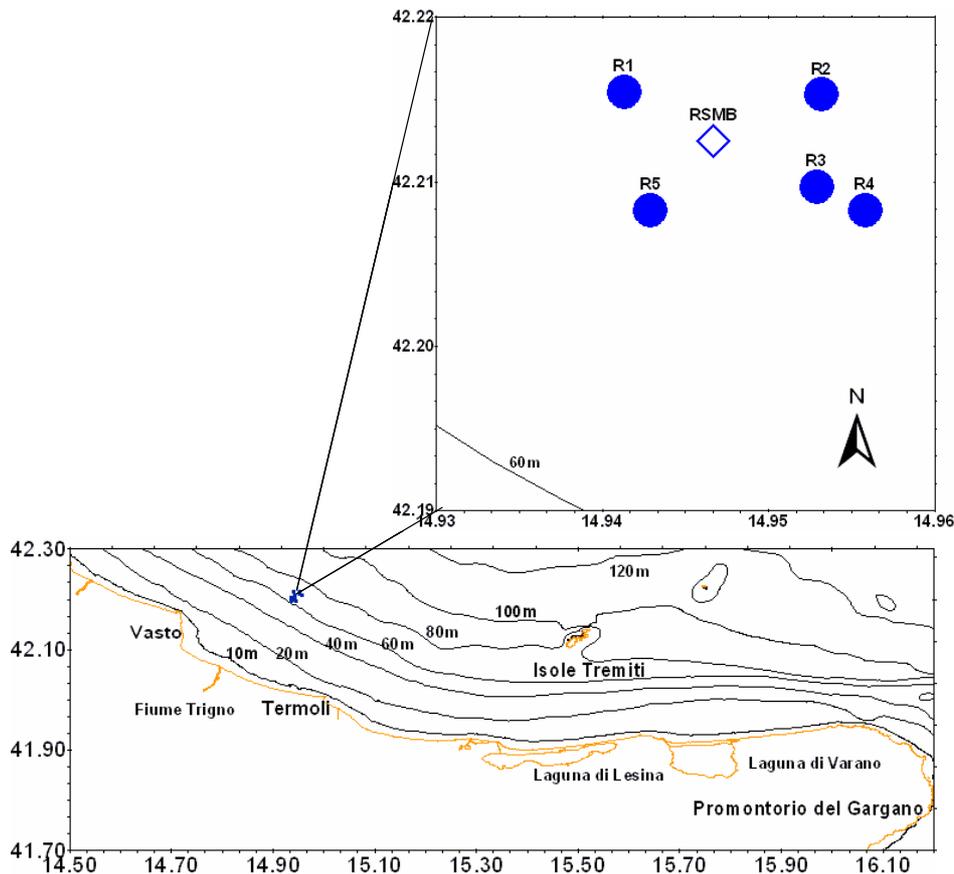
**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**2 ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO E METODICHE ANALITICHE**

**2.1 Attività di campionamento**

Le attività di campionamento di acqua e sedimenti si sono svolte il 23 dicembre 2008 nell'area di mare appartenente al Campo Rospo Mare, sito al largo della costa tra Vasto e Termoli ad una batimetria di circa 70 m.

Il monitoraggio è stato organizzato attraverso l'esecuzione di due transetti ortogonali centrati nel sito della piattaforma RSMB. Un transetto costituito da 3 stazioni (Stazioni 1, 3 e 4) è stato disposto secondo la direzione principale della corrente NO-SE, l'altro, costituito da 2 stazioni (Stazioni 2 e 5), secondo la direzione costa-largo. Di tali stazioni, R1, R2, R3 e R5 sono ubicate a circa 500 m e R4 a circa 750 m dalla piattaforma RSMB (Figura 2.1).



**Figura 2.1 - Mappa delle stazioni di campionamento disposte intorno alla piattaforma Rospo Mare B (RSMB).**

La Tabella 2.1 riporta l'ubicazione e la profondità delle stazioni di campionamento.

**Tabella 2.1 - Riferimenti geografici e profondità del fondale delle stazioni di campionamento.**

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

STAZIONI	COORDINATE GEOGRAFICHE (Roma 1940)		Profondità (m)
	Latitudine (°N)	Longitudine (°E)	
R1	42° 12' 55.9"	14° 56' 28.7"	74.3
R2	42° 12' 55.2"	14° 57' 11.4"	73.0
R3	42° 12' 35.0"	14° 57' 10.6"	74.5
R4	42° 12' 29.7"	14° 57' 21.0"	74.6
R5	42° 12' 29.8"	14° 56' 34.5"	71.6

Le stazioni sono state raggiunte con l'ausilio del GPS GARMIN ETREX e la profondità del fondale è stata misurata mediante Ecoscandaglio Eagle Ultra Classic, di cui è dotata l'imbarcazione (M/N Sirio Primo della Guidotti Ship S.r.l.). La Tabella 2.2 illustra la cronologia delle operazioni di campionamento. In ciascuna stazione è stata effettuata un'analisi in situ (AS) e una serie di misure per le acque, prelievi per i sedimenti (rispettivamente indicati con la sigla W e S).

**Tabella 2.2 - Cronologia delle attività di campionamento svolte in ogni stazione. AS = analisi dei parametri in situ; W = profilo fisico-chimico e biologico della colonna d'acqua; S = campionamento sedimenti**

STAZIONE	DATA (gg/mm/aaaa)	ORA (hh:mm)	ATTIVITA'
R1	23/12/2008	12:10	AS, W, S
R2	23/12/2008	08:35	AS, W, S
R3	23/12/2008	09:51	AS, W, S
R4	23/12/2008	10:35	AS, W, S
R5	23/12/2008	11:30	AS, W, S

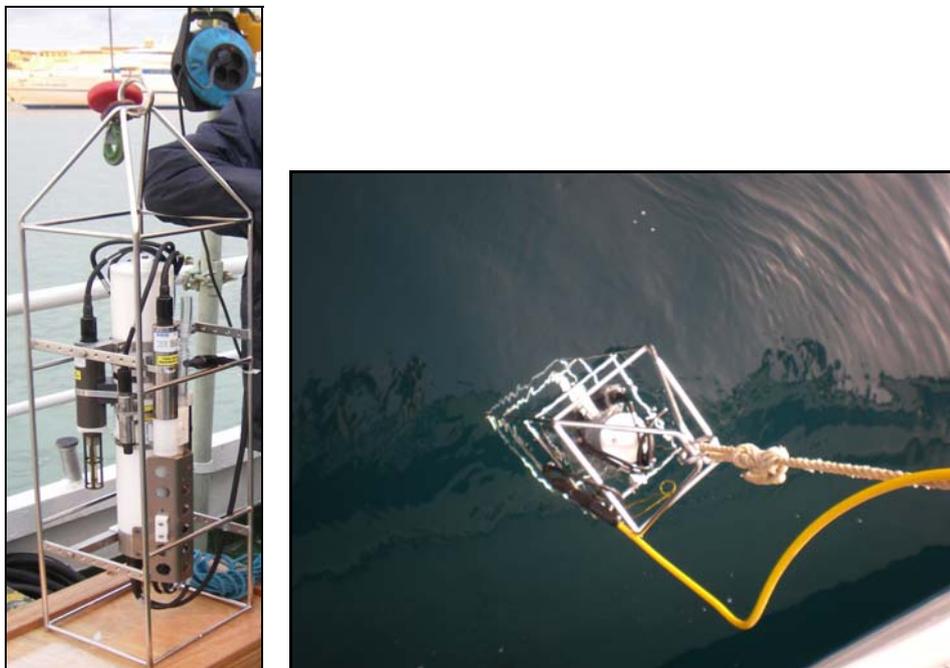
Le attività di acquisizione dei parametri chimico-fisici e biologici mediante sonda multiparametrica ed il prelievo dei campioni di sedimento sono state effettuate in accordo a quanto riportato dalle "Metodologie analitiche di riferimento ICRAM" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero, 2001-2003) e dal "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" (ICRAM, 2006). La caratterizzazione dei sedimenti campionati è stata effettuata in accordo a quanto specificato dal DM del 24/01/1996, All. B/2 relativo agli "interventi comportanti movimentazione di materiali in ambito marino".

### 2.2 Misure in situ della colonna d'acqua

La misura in situ dei parametri chimico-fisici e biologici della colonna d'acqua (Analisi in situ = AS; Tabella 2.2) è stata effettuata mediante sonda multiparametrica (SBE 19 plus Seacat

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

Profiler) (Figura 2.2), dotata di una pompa a portata costante (SBE5T) e di sensori di pressione, conducibilità, temperatura, pH, ossigeno disciolto, torbidità e fluorescenza.



*Figura 2.2 - Strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei parametri in situ. In foto: sonda multiparametrica (SBE 19 plus Seacat Profiler).*

### **2.3 Prelievo dei campioni di sedimento e prime misure in campo**

Il campionamento dei sedimenti superficiali (prelievo dei Sedimenti = S; Tabella 2.2) è stato effettuato mediante benna limnologica di tipo Van Veen, in acciaio Inox mare, che ha consentito un recupero di sedimento non inferiore a 20 cm di spessore, come riportato nel Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini dell' ICRAM (ICRAM, 2006), ed ha permesso di mantenere inalterato il campione (Figura 2.3). All'atto del recupero è stata effettuata l'analisi macroscopica del sedimento (colore, odore, grado di idratazione, presenza di frammenti conchigliari e resti vegetali, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali) a cui è seguito il prelievo del sedimento mediante spatola in teflon, previa omogeneizzazione del campione in una vaschetta di acciaio (Figura 2.3). Il campione omogeneizzato è stato successivamente suddiviso in aliquote per le determinazioni analitiche in laboratorio.

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



*Figura 2.3 - Campionamento dei sedimenti. A sinistra: benna limnologica Van Veen; a destra: omogeneizzazione del campione.*

Su ogni campione sono state effettuate misure di Temperatura, pH e Potenziale Redox mediante sonda PH 6 XS (Figura 2.4).

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**



**Figura 2.4 - Strumentazione utilizzata per la misura di Temperatura, pH e Potenziale Redox nel sedimento campionato. A sinistra: sonda PH 6 XS; a destra: prime misure in campo del sedimento campionato.**

I campioni sono stati poi conservati in appositi contenitori di vetro alla temperatura di +4° C per le analisi granulometriche, in contenitori sterili a + 4°C per le analisi microbiologiche e in contenitori di vetro decontaminati ad una temperatura di -20° C per le analisi chimiche.

La Tabella 2.3 fornisce il quadro del numero dei prelievi e delle aliquote di sedimento prelevate in corrispondenza di ciascuna stazione.

**Tabella 2.3 - Prelievo dei campioni di sedimento. Livelli campionati e numero di aliquote in corrispondenza di ciascuna stazione.**

STAZIONI	PRELIEVO	N° ALIQUOTE per prelievo	ANALISI
R1	1	7	Granulometria, densità, carbonio organico, metalli pesanti, IPA, C>12, C<12, pesticidi organoclorurati, PCB, parametri microbiologici
R2	1	7	
R3	1	7	
R4	1	7	
R5	1	7	

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**2.4 Metodiche analitiche**

In Tabella 2.4 sono riportate le caratteristiche dei sensori di cui è dotata la sonda multiparametrica SBE 19 Plus e in Tabella 2.5 sono riportate le metodiche analitiche utilizzate per la matrice solida.

**Tabella 2.4 - Scheda tecnica dei sensori di cui è dotata la sonda multiparametrica SBE 19Plus.**

PARAMETRO	TIPO DI SENSORE	RANGE DI MISURA	ACCURATEZZA	UNITA' DI MISURA
Temperatura	SBE19 Plus Seacat	-5 +35 ° C	0.005 ° C	° C
Conducibilità	SBE19 Plus Seacat	0-9 S/m	0.0005 S/m	S/m
pH	SBE18	0-14	0.1	unità pH
Ossigeno disciolto	SBE43	0-150%	2.0%	% Saturazione
Torbidità	OBS - 3	0-1000 (low range) 0-4000 (high range)	0.25 NTU o 1% del fondo scala (high range)	NTU
Fluorescenza	Cyclops 7	0-50 µg/L	0.05	µg/L

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**Tabella 2.5 - Limiti di rilevabilità, metodiche e tecniche analitiche, utilizzate per la matrice solida. UN.MIS.: unità di misura; L.R : Limite di Rilevabilità**

DESCRIZIONE	UN_MIS	L.R.	METODO
Temperatura	°C	0,1	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
pH	Unità pH	0,01	EPA 9045D 2002
Potenziale di ossidoriduzione	mV	0,1	Standard Methods 2580B 1998
<b>GRANULOMETRIA</b>			
Sabbia	% s.s.	1	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.6
Limo	% s.s.	1	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.6
Argilla	% s.s.	1	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2
Peso Specifico	g/cm³	0,01	CNR IRSA 3 Q 64 Vol 2 1984
Umidità a 105 °C	%	0,1	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984
Sostanza organica (come Carb. Org. Tot.)	% s.s.	0,005	ICRAM Metodologie analitiche di riferimento SEDIMENTI SCHEDA 5 2001-2003
Azoto Totale (come N)	% s.s.	0,005	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met VII.1
Fosforo Totale (P)	mg/Kg s.s.	5	EPA 3052 1996 + EPA 6010C 2007
<b>METALLI PESANTI</b>			
Alluminio	mg/Kg s.s.	5	EPA 3052 1996 + EPA 6010C 2007
Arsenico	mg/Kg s.s.	1	EPA 3052 1996 + EPA 6010C 2007
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,1	EPA 3052 1996 + EPA 7010 2007
Cromo totale	mg/Kg s.s.	1	EPA 3052 1996 + EPA 6010C 2007
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,0005	EPA 7473 2007
Nichel	mg/Kg s.s.	1	EPA 3052 1996 + EPA 6010C 2007
Piombo	mg/Kg s.s.	0,5	EPA 3052 1996 + EPA 6010C 2007
Rame	mg/Kg s.s.	1	EPA 3052 1996 + EPA 6010C 2007
Zinco	mg/Kg s.s.	0,5	EPA 3052 1996 + EPA 6010C 2007
<b>COMPOSTI ORGANICI</b>			
Idrocarburi leggeri (C=< 12)	mg/Kg s.s.	1	EPA 5021A 2003 + EPA 8015D 2003
Idrocarburi pesanti (C> 12)	mg/Kg s.s.	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8015D 2003
Pesticidi organoclorurati	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
PCB Totali	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>			
Naftalene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Acenaftilene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Acenaftene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Fluorene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Fenantrene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Antracene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Fluorantene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Pirene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Benzo(a)antracene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

Crisene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Benzo(b)fluorantene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Benzo(k)fluorantene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Benzo(a)pirene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Dibenzo(a,h)antracene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Benzo(ghi)perilene	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Sommatoria idrocar.policiclici aromatici	µg/Kg s.s.	0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Coliformi totali	UFC/g s.s.	10	ISO 4832:2006
Streptococchi fecali	UFC/g s.s.	10	APAT 4 Man 20 2003
Coliformi fecali	UFC/g s.s.	10	ISO 4831:2006

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

**3 RISULTATI****3.1 Caratterizzazione chimico-fisica delle acque**

In ogni stazione sono stati eseguiti profili chimico-fisici di tutta la colonna d'acqua. I parametri considerati sono stati: Temperatura (T), Salinità (S), Densità (D), pH, Ossigeno disciolto (Ox), Ossigeno in % di saturazione, Torbidità (Torb) e Fluorescenza (FI). Tali parametri permettono di valutare la qualità complessiva delle acque, anche in base alle variazioni tipiche stagionali, e di evidenziare potenziali anomalie dovute all'immissione di masse d'acqua con differenti caratteristiche.

Nella Tabella 3.1 sono state riportate alcune elaborazioni statistiche dei parametri considerati relativamente all'intera area di studio nello strato superficiale ed in prossimità del fondo. Nella Figura 3.1 sono illustrati i profili chimico-fisici della colonna d'acqua in tutte e 5 le stazioni di campionamento.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

*Tabella 3.1 - Media, deviazione standard, minimo, massimo e mediana calcolati nel livello superficiale (S) e di fondo (F) di tutte le stazioni*

	T aria (°C)	T (°C)		S (psu)		D (Kg/m <sup>3</sup> )		pH (unità pH)		Ox (% sat)		Ox (mg/l)		Torb (NTU)		FI (µg/l)	
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
<b>media</b>	14,9	15,26	14,99	38,42	38,47	1028,56	1028,97	7,94	7,94	93,25	92,68	7,38	7,38	1,74	4,67	1,79	2,05
<b>deviazione standard</b>	0,6	0,03	0,04	0,02	0,00	0,02	0,01	0,04	0,01	1,55	0,23	0,12	0,01	0,72	1,02	0,15	0,05
<b>minimo</b>	14,0	15,23	14,93	38,39	38,47	1028,54	1028,96	7,87	7,94	91,75	92,12	7,27	7,34	0,67	3,10	1,57	1,96
<b>massimo</b>	15,7	15,31	15,05	38,45	38,48	1028,58	1028,98	7,97	7,95	95,33	93,00	7,59	7,39	3,00	6,38	2,06	2,27
<b>mediana</b>	15,1	15,25	14,98	38,42	38,47	1028,55	1028,97	7,95	7,95	92,56	92,74	7,31	7,38	1,69	4,49	1,80	2,03

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

La Temperatura ha valori piuttosto omogenei in tutta la colonna d'acqua, con valori leggermente maggiori in superficie ( $15,26 \pm 0,03$  °C) rispetto al fondo ( $14,99 \pm 0,04$  °C), soprattutto nella stazione R2, meno profonda e più vicina alla costa (Tabella 3.1).

I valori di Salinità sono omogenei lungo la colonna d'acqua, con valori leggermente inferiori in superficie ( $38,42 \pm 0,02$  psu) rispetto al fondo ( $38,47 \pm 0,00$  psu) (Tabella 3.1). In tale contesto, la stazione R1, sita a NO della piattaforma Rospo Mare B, ha valori di salinità leggermente più elevati rispetto alle altre stazioni.

Il parametro della Densità mostra una lieve presenza di acque superficiali meno dense ( $1028,56 \pm 0,02$  Kg/cm<sup>3</sup>), più calde e meno salate, rispetto a quelle presenti sul fondo ( $1028,97 \pm 0,01$  Kg/cm<sup>3</sup>). Tale differenza è tipica della stagione e per le finalità dell'indagine risulta trascurabile, tanto da poter considerare nell'insieme la massa d'acqua piuttosto omogenea e ben miscelata.

Il pH ha valori simili ( $7,95 \pm 0,01$  unità pH) in tutta la colonna d'acqua, con un valore leggermente inferiore di circa 0,1 unità pH nella stazione R2 in superficie.

I valori di Ossigeno mostrano una colonna d'acqua piuttosto omogenea e miscelata, con valori più bassi in prossimità del fondale ( $92,68 \pm 0,23$  % saturazione). Il profilo dell'ossigeno è un profilo tipico degli ambienti di mare aperto, con valori che aumentano fino ad un massimo a pochi metri dalla superficie, dove si concentra il massimo della produzione primaria in inverno, e poi diminuiscono fino al fondo. Nel caso specifico comunque la colonna d'acqua è risultata ben ossigenata, con valori compresi tra un minimo di 7,27 mg/l ed un massimo di 7,59 mg/l (Figura 3.1).

La Torbidità è leggermente più elevata in superficie ( $1,74 \pm 0,72$  NTU) ed in prossimità del fondo ( $4,67 \pm 1,02$  NTU) rispetto all'andamento lungo tutta la colonna d'acqua ed ha valori compresi tra un minimo di 0,11 NTU ed un massimo 6,4 NTU. I valori sono piuttosto simili tra le 5 stazioni, ad eccezioni della stazione R1 i cui valori in profondità sono leggermente più elevati rispetto alle altre stazioni.

La Fluorescenza ha valori omogenei in tutta la colonna d'acqua con valori compresi tra un minimo di 1,57 µg/l ed un massimo di 2,27 µg/l.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

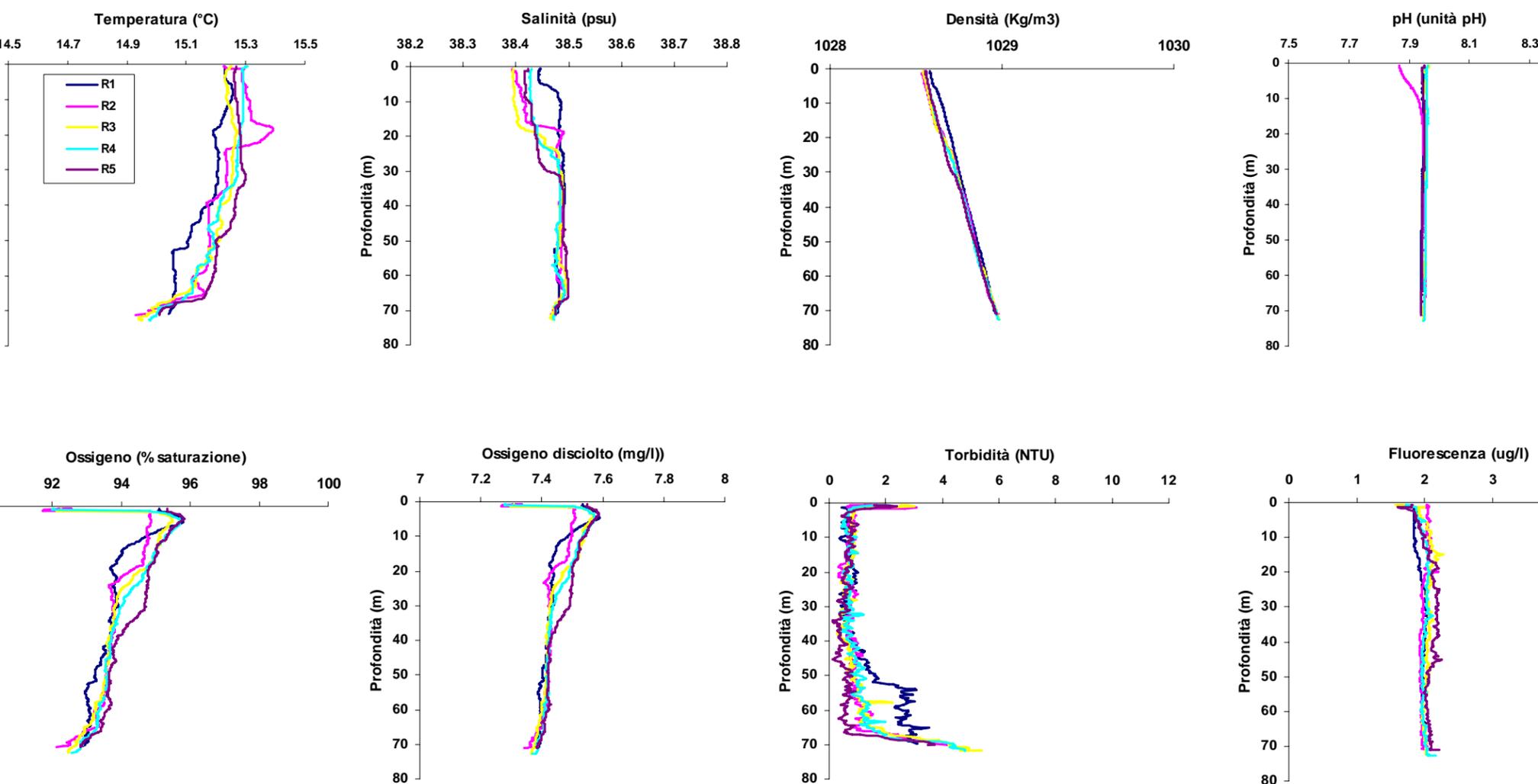


Figura 3.1 - Profili dei parametri chimico-fisici e biologici delle acque nelle 5 stazioni intorno alla piattaforma di Rospo Mare B (R).

---

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

Dai risultati appena descritti riguardo la caratterizzazione chimico-fisica della colonna d'acqua non si rilevano evidenze significative. Infatti, la colonna d'acqua è piuttosto omogenea e ben ossigenata, con la presenza di una lieve stratificazione termalina dove si riscontrano acque leggermente più calde e meno salate in superficie rispetto a quelle più profonde, evidenziato anche in Figura 3.2 lungo il transetto NO-SE (Stazioni R1, R3 e R4), ubicato secondo la direzione della corrente principale.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

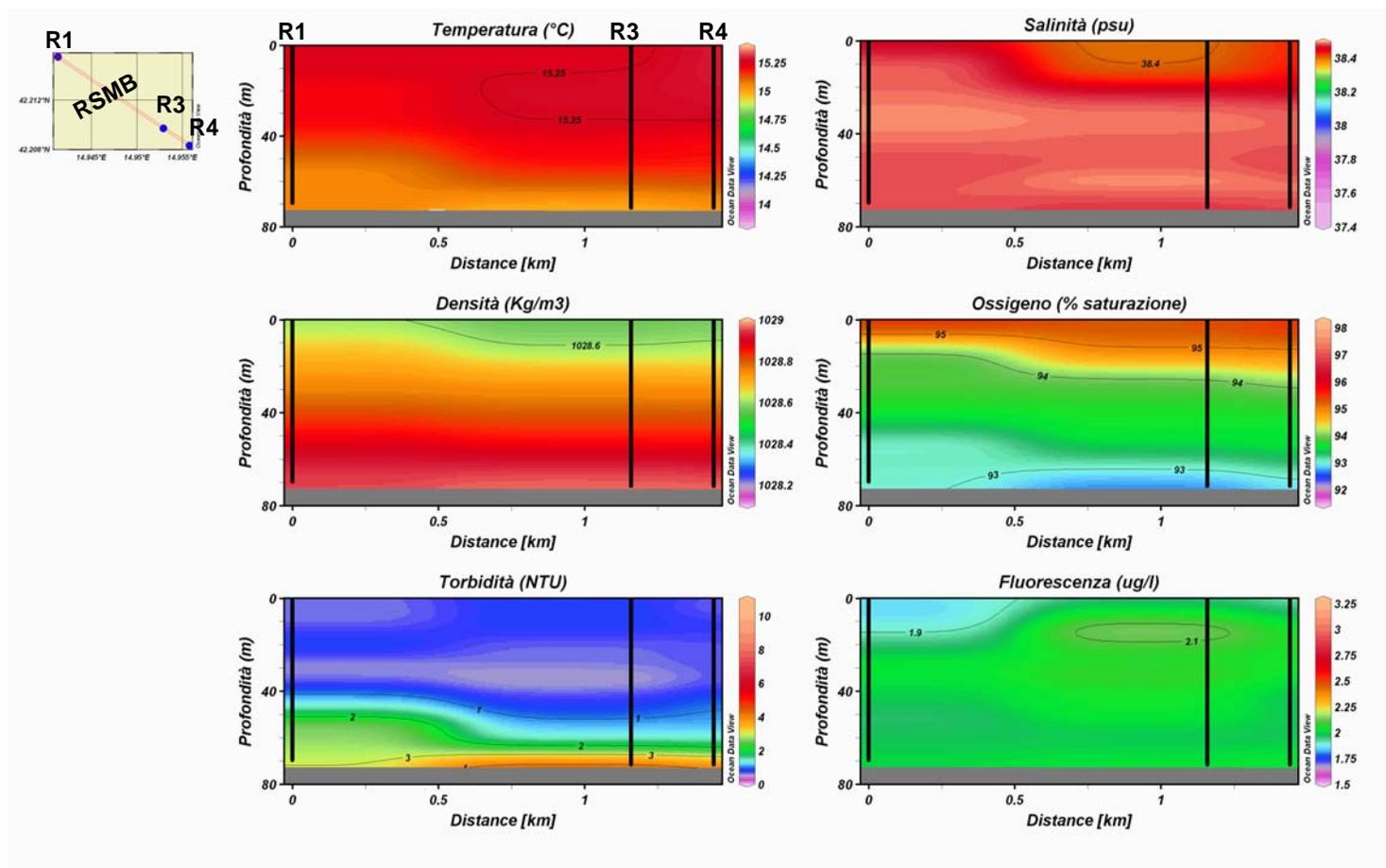


Figura 3.2 - Profili dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua lungo il transecto NO-SE. Nel riquadro in alto a sinistra sono riportate le posizioni delle stazioni R1, R3, R4 e la posizione della piattaforma RSMB.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

**3.2 Caratterizzazione chimica, chimico-fisica e microbiologica dei sedimenti**

I paragrafi seguenti illustrano e discutono la caratterizzazione fisico-chimica, chimica e microbiologica dei sedimenti campionati mediante benna limnologia nelle stazioni nell'intorno della piattaforma Rospo Mare B.

In ciascuna stazione è stato effettuato n.1 prelievo di sedimento garantendo un recupero minimo di 20 cm di spessore (ICRAM, 2006). I valori al di sotto del limite di rilevabilità nei grafici e nelle elaborazioni statistiche (media, deviazione standard) sono stati considerati pari alla metà del limite stesso (Rapporti ISTISAN 01/15, 2004).

**3.2.1 Parametri in situ**

Misure in campo di Temperatura, pH e Potenziale di OssidoRiduzione (ORP) sono state effettuate sui campioni di sedimento prelevati (Tabella 3.2, Figura 3.3).

Rispettivamente ai campioni di sedimento prelevati, la Temperatura ha valori piuttosto omogenei ( $16,4 \pm 0,7$  °C), con un massimo di 17°C nella stazione R5, meno profonda e più vicina alla costa. Tale evidenza viene confermata dal profilo della temperatura dell'acqua (Figura 3.1), i cui valori sul fondo della stazione R5 sono leggermente più alti rispetto a quelli rilevati negli altri siti, a causa della minore profondità del fondale.

Il pH ha valori omogenei ( $7,14 \pm 0,1$  unità pH) in tutta l'area di studio.

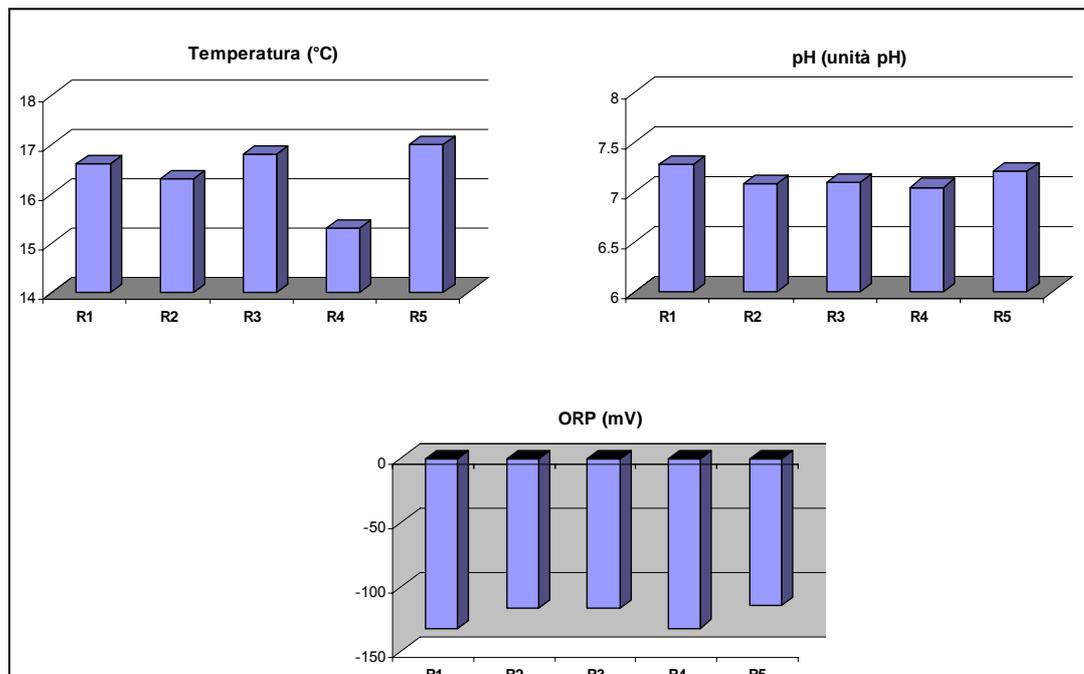
Il potenziale di ossidoriduzione (ORP) dei sedimenti rappresenta un importante indice dello stato trofico di un ecosistema acquatico in quanto è il risultato dei processi autotrofi ed eterotrofi che incidono sul bilancio tra il consumo di ossidanti e la loro disponibilità. Il potenziale redox è, inoltre, funzione della dimensione dei granuli di sedimento, del contenuto organico e della concentrazione di ossigeno disciolto nelle acque sovrastanti.

Relativamente al Potenziale di ossidoriduzione (ORP) si osserva mediamente ( $-122,6 \pm 9,1$  mV) un ambiente "altamente riducente" (Patrick *et al.*, 1977) con un valore massimo di -133 mV nella stazione R1, sita a NO della piattaforma.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**Tabella 3.2 - Temperatura, pH e ORP misurati nei campioni di sedimento prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

STAZIONI	Temperatura (°C)	pH (unità pH)	ORP (mV)
R1	16,6	7,28	-133
R2	16,3	7,08	-117
R3	16,8	7,10	-117
R4	15,3	7,05	-132
R5	17,0	7,21	-114



**Figura 3.3 - Temperatura, pH e ORP misurati nei campioni di sedimento prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

**3.2.2 Parametri chimico-fisici e macrodescrittori dello strato trofico e dei sedimenti**

I risultati ottenuti dalle analisi granulometriche dei sedimenti sono riassunti nella Tabella 3.3 ed illustrati nella Figura 3.4.

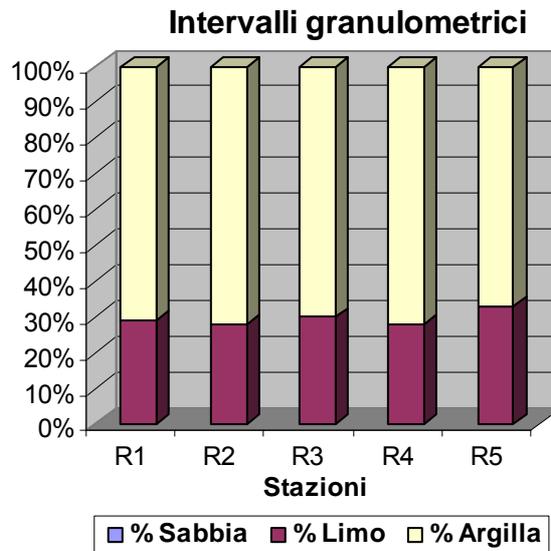
**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

I sedimenti sono stati classificati come "Argille siltose" (Shepard, 1954) con circa il 70% di frazione argillosa ed il 30% di frazione siltosa.

Le tessiture sono risultate in linea con quanto riportato in bibliografia per l'area (Brambati et al., 1973).

**Tabella 3.3 - Percentuali delle principali frazioni granulometriche e classificazione tessiturale dei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

STAZIONI	SABBIA (% s.s)	LIMO (% s.s)	ARGILLA (% s.s)	CLASSIFICAZIONE (Shepard, 1954)
R1	< 1	29	71	Argilla siltosa
R2	< 1	28	72	Argilla siltosa
R3	< 1	30	70	Argilla siltosa
R4	< 1	28	72	Argilla siltosa
R5	< 1	33	67	Argilla siltosa



**Figura 3.4 - Intervalli granulometrici dei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

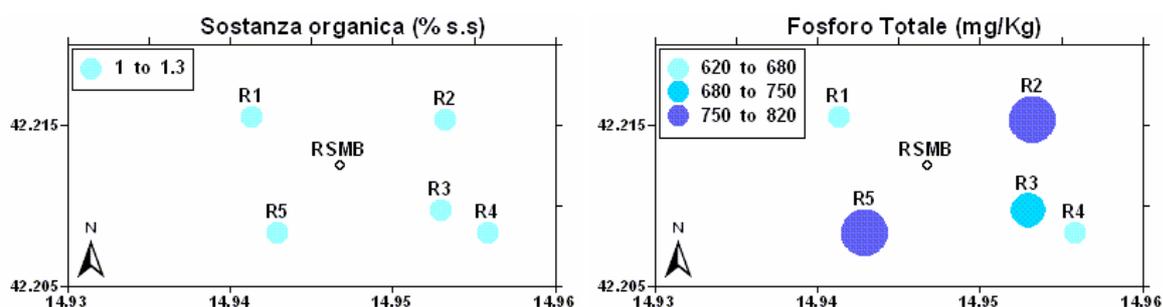
I campioni prelevati nell'area RSMB hanno un Peso specifico medio di  $0,77 \pm 0,03 \text{ g/cm}^3$ . Relativamente ai macrodescrittori dello stato trofico, i contenuti di Sostanza organica ( $1,14 \pm 0,1 \%$  s.s) ed Azoto totale ( $0,09 \pm 0,0 \%$  s.s) sono risultati piuttosto omogenei in tutta l'area di studio.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

Il Fosforo totale ha valori compresi tra un minimo di 629 mg/Kg nella stazione R1 a NO ed un massimo di 816 mg/Kg nella stazione R5, meno profonda e più vicina a costa (Tabella 3.4, Figura 3.5).

**Tabella 3.4 - Peso specifico, Sostanza organica, Azoto Totale e Fosforo Totale dei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

STAZIONI	PESO SPECIFICO (g/cm <sup>3</sup> )	SOSTANZA ORG. (% s.s.)	AZOTO Totale (% s.s)	FOSFORO Totale (mg/Kg)
R1	0,81	1,18	0,092	629
R2	0,77	1,12	0,093	797
R3	0,76	1,22	0,091	730
R4	0,73	1,15	0,094	666
R5	0,8	1,05	0,089	816



**Figura 3.5 - Sostanza organica e Fosforo Totale dei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

**3.2.3 Contaminanti inorganici**

All'interno di questo paragrafo vengono esposti i risultati delle analisi effettuate per determinare il contenuto dei metalli pesanti di seguito elencati: Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame e Zinco (Figura 3.6).

Le concentrazioni di Alluminio ( $6,98 \pm 0,67\%$  s.s.) hanno valori maggiori nelle stazioni R2 e R5, posizionate lungo la direzione costa-largo rispetto alle stazioni lungo la direzione della corrente principale da NO a SE.

L'Arsenico ha valori piuttosto omogenei ( $8,6 \pm 1,7$  mg/Kg) in tutta l'area di studio, con valori compresi tra 6 mg/Kg nelle stazioni R2 e 10 mg/Kg nelle stazioni R1 e R4.

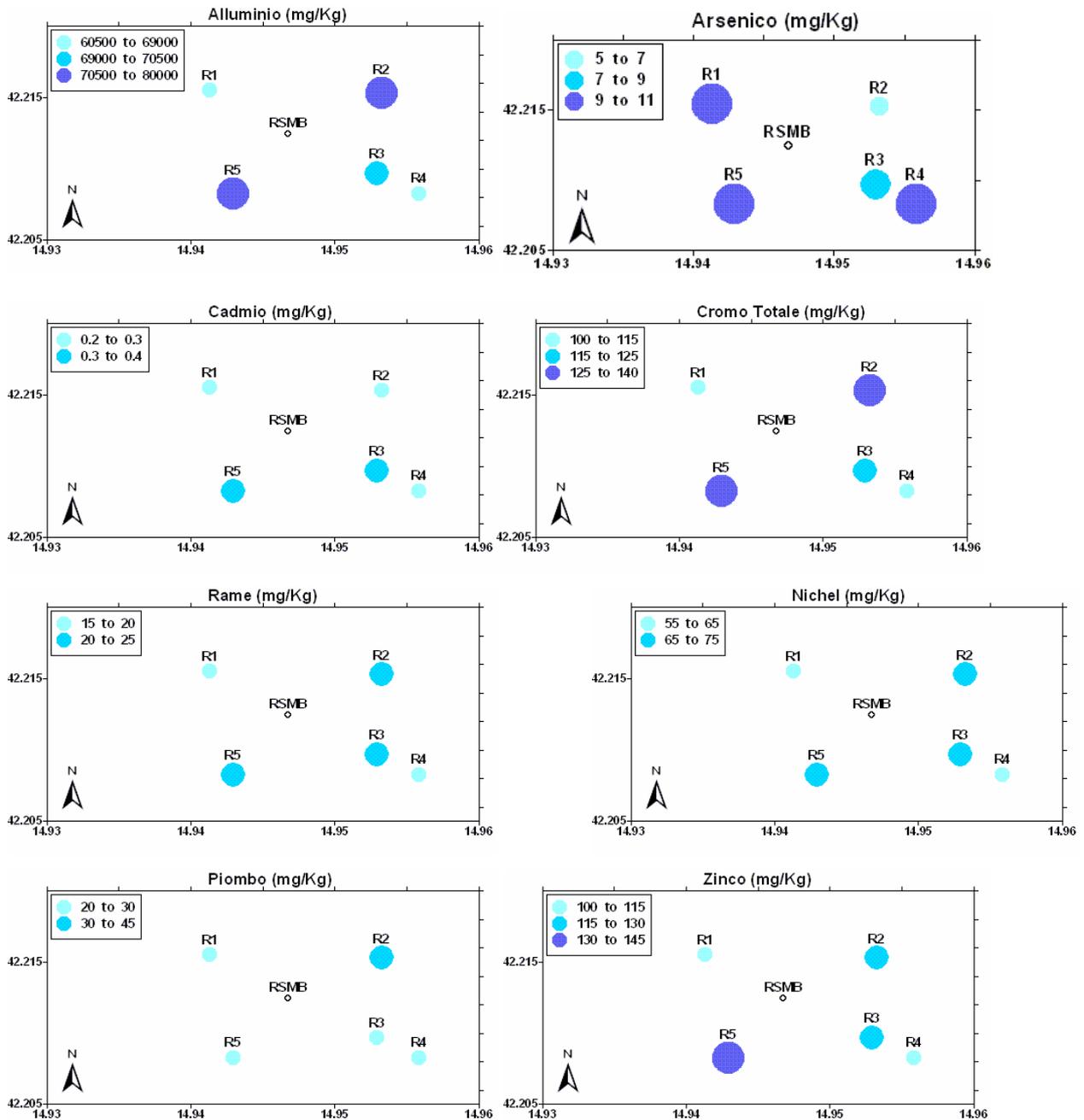
Le concentrazioni di Cadmio sono confrontabili in tutte le stazioni ( $0,3 \pm 0,1$ ), con valori lievemente maggiori, ma trascurabili, nelle stazioni R3 e R5.

Il Cromo Totale ( $121 \pm 12,1$  mg/Kg), il Rame ( $21,4 \pm 2,9$  mg/Kg), il Nichel ( $66,6 \pm 6,6$  mg/Kg) e lo Zinco ( $118 \pm 14,8$  mg/Kg) hanno valori leggermente maggiori lungo la direzione costa-largo e nella stazione R3 rispetto alle stazioni R1 e R4. In particolare, i suddetti elementi hanno valori minimi (Cr: 106 mg/Kg; Cu: 17,7 mg/Kg; Ni: 57,9 mg/Kg; Zn: 103 mg/Kg) nella stazione R1 a NO e massimi (Cr: 135 mg/Kg; Cu: 24,1 mg/Kg; Ni: 73,8 mg/Kg; Zn: 138 mg/Kg) nella stazione R5 più vicina a costa.

Il Mercurio ha valori omogenei ( $0,1 \pm 0,0$  mg/Kg) in tutta l'area di studio.

Le concentrazioni del Piombo sono piuttosto omogenee ( $26,2 \pm 9,0$  mg/Kg), ad eccezione di un valore lievemente più elevato (42 mg/Kg) nella stazione R2.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**



**Figura 3.6 - Mappe della concentrazione dei Metalli pesanti nei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

La Tabella 3.5 riassume i dati ottenuti dalle analisi dei metalli pesanti sui sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**Tabella 3.5 - Valori dei contaminanti inorganici nei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare**

**B.**

METALLI PESANTI	Unità di Misura	R1	R2	R3	R4	R5
Al	mg/Kg s.s.	60571	76211	69425	66477	76185
As	mg/Kg s.s.	10	6	8	10	9
Cd	mg/Kg s.s.	0.2	0.29	0.32	0.26	0.37
Cr totale	mg/Kg s.s.	106	130	121	112	135
Hg	mg/Kg s.s.	0,109	0,111	0,116	0,117	0,11
Ni	mg/Kg s.s.	57,9	71,9	67,4	62,2	73,8
Pb	mg/Kg s.s.	20,6	42	24,4	20,6	23,4
Cu	mg/Kg s.s.	17,7	24	22	19,3	24,1
Zn	mg/Kg s.s.	103	127	116	105	138

Per valutare in modo più approfondito la distribuzione areale degli elementi considerati ed eventuali arricchimenti di elementi contaminanti nei sedimenti si è provveduto a normalizzare le concentrazioni degli elementi in traccia rispetto all'Alluminio. Questo elemento, infatti, è un indicatore delle fasi mineralogiche allumosilicatiche, riconducibili alle frazioni tessiturali più fini del sedimento. Di seguito si riportano i grafici (Figura 3.7) che illustrano i rapporti delle concentrazioni dei metalli rispetto all'Alluminio.

I metalli normalizzati risultano avere una distribuzione piuttosto omogenea in tutta l'area di studio. Tale evidenza permette di supporre che la distribuzione spaziale dei metalli, che mostra concentrazioni totali di alcuni elementi più elevate nelle stazioni R5, R2, R3, sia legata ad una matrice più allumosilicatica dei siti in questione rispetto alle stazioni R1 e R4 e non ad un effetto di contaminazione.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

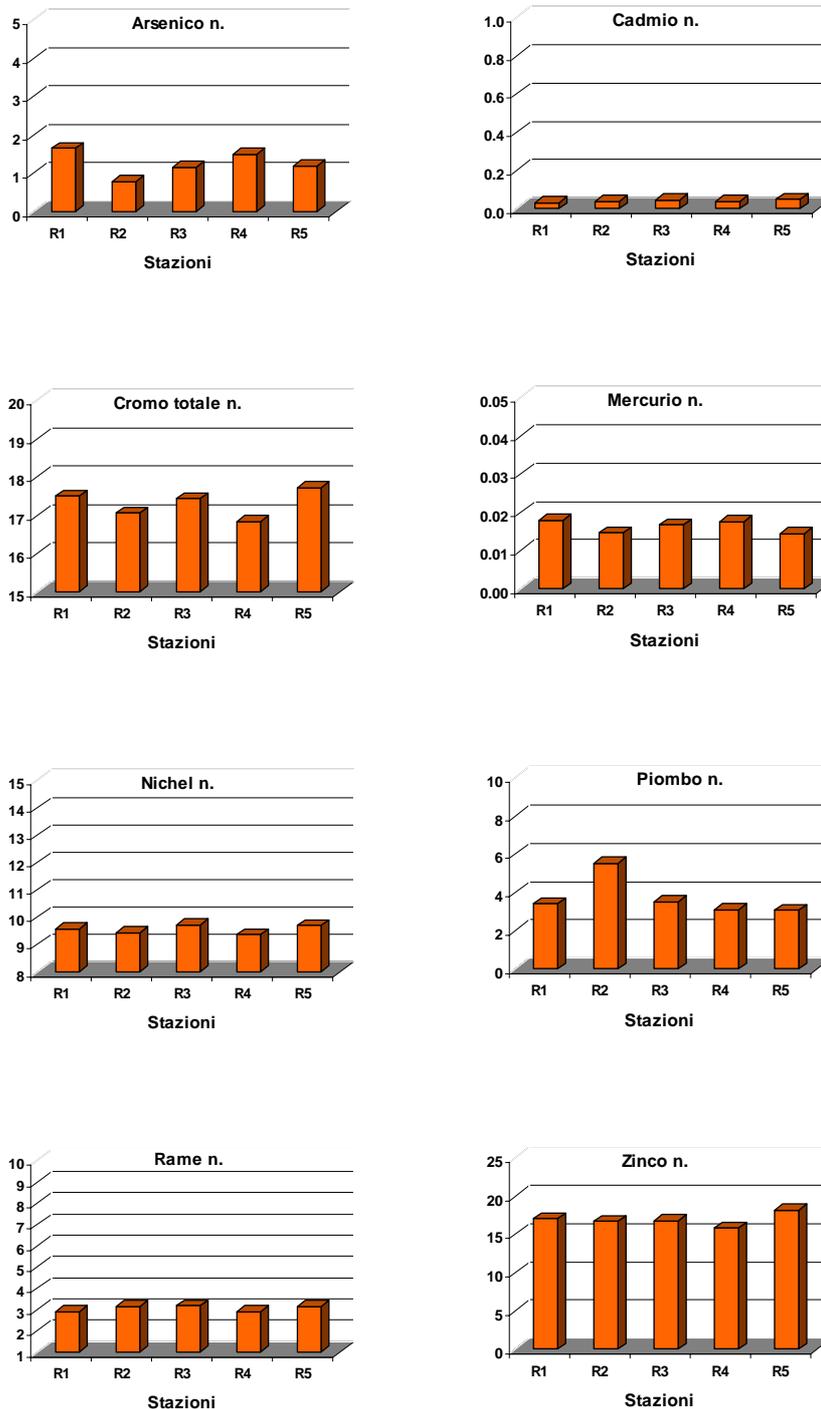


Figura 3.7 - Distribuzione delle concentrazioni dei contaminanti normalizzati per l'Alluminio.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

3.2.3.1 Confronto con le linee guida internazionali e con la letteratura scientifica

I risultati dei campioni oggetto dello studio sono stati confrontati con le linee guida internazionali di qualità dei sedimenti (MacDonald et al., 1994; Long et al., 1995), che definiscono un effetto cronico (TEL e ER-L) ed un effetto acuto (PEL e ER-M) per As, Cd, Cr totale, Hg, Ni, Pb, Cu e Zn (Tabella 3.6).

Rispetto ai valori soglia di effetto cronico (TEL/ER-L) si osservano superamenti in 4 stazioni per quanto riguarda l'Arsenico e in tutte le stazioni per il Cromo totale. Le concentrazioni di Nichel sono superiori all'effetto acuto ER-M in tutte le stazioni. Inoltre, alcuni superamenti del TEL si sono osservati per il Piombo nella stazione R2, per lo Zinco nella stazione R2 e R5 e per il Rame nelle stazioni R2, R3, R4 e R5.

In riferimento agli altri elementi considerati (Cadmio e Mercurio), le concentrazioni determinate sono inferiori ai limiti di effetto cronico.

**Tabella 3.6 - Concentrazioni dei metalli riscontrate nei sedimenti in relazione alle linee guida internazionali per la qualità del sedimento (TEL/PEL, ER-L/ER-M).**

STAZIONI	U.M.	Arsenico	Cadmio	Cromo totale	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
R1	mg/Kg s.s.	10	0,2	106	0,109	57,9	20,6	17,7	103
R2	mg/Kg s.s.	6	0,29	130	0,111	71,9	42	24	127
R3	mg/Kg s.s.	8	0,32	121	0,116	67,4	24,4	22	116
R4	mg/Kg s.s.	10	0,26	112	0,117	62,2	20,6	19,3	105
R5	mg/Kg s.s.	9	0,37	135	0,11	73,8	23,4	24,1	138
(MacDonald et al., 1994) <b>TEL</b>	mg/Kg s.s.	<b>7,24</b>	<b>0,68</b>	<b>52,3</b>	<b>0,13</b>	<b>15,9</b>	<b>30,2</b>	<b>18,7</b>	<b>124</b>
(MacDonald et al., 1994) <b>PEL</b>	mg/Kg s.s.	<b>41,6</b>	<b>4,21</b>	<b>160</b>	<b>0,70</b>	<b>42,8</b>	<b>112</b>	<b>108</b>	<b>271</b>
NOAA (Long et al., 1995) <b>ER-L</b>	mg/Kg s.s.	<b>8</b>	<b>1,2</b>	<b>81</b>	<b>0,15</b>	<b>20,9</b>	<b>46,7</b>	<b>34</b>	<b>150</b>
NOAA (Long et al., 1995) <b>ER-M</b>	mg/Kg s.s.	<b>70</b>	<b>9,6</b>	<b>370</b>	<b>0,71</b>	<b>51,6</b>	<b>218</b>	<b>270</b>	<b>410</b>

Nella Tabella 3.7 i risultati di alcuni metalli pesanti, quali Cd, Cr, Ni, Pb, Cu e Zn sono stati confrontati con i valori bibliografici (Rybicka et al., 1987) riferiti ad una stazione al largo di Termoli alla batimetria compresa tra 50 e 100 m.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

METALLI PESANTI	Unità di Misura	Dati medi di RSMB	Dati Bibliografici (Rybicka et al., 1987)	
			Sedimento da 63 a 2 $\mu\text{m}$	Sedimento < 2 $\mu\text{m}$
<b>Cd</b>	mg/Kg s.s.	0,3 $\pm$ 0,1	0,15	0,46
<b>Cr totale</b>	mg/Kg s.s.	121 $\pm$ 12,1	46	137
<b>Ni</b>	mg/Kg s.s.	66,6 $\pm$ 6,6	49	76
<b>Pb</b>	mg/Kg s.s.	26,2 $\pm$ 9,0	29	42
<b>Cu</b>	mg/Kg s.s.	21,4 $\pm$ 2,9	23	28
<b>Zn</b>	mg/Kg s.s.	118 $\pm$ 14,8	98	145

**Tabella 3.7 - Confronto dei valori dei metalli pesanti tra i risultati ottenuti dai sedimenti di RSMB e quelli riportati in bibliografia. I dati bibliografici sono riferiti sia alla frazione granulometrica tra 63 e 2  $\mu\text{m}$  (limo) sia a quella <2  $\mu\text{m}$  (argilla).**

Dal confronto si evince che i valori dei metalli pesanti considerati, relativi al presente studio, sono maggiori rispetto ai dati bibliografici riferiti alla frazione siltosa ed inferiori rispetto a quelli riferiti alla frazione argillosa. Un'eccezione è rappresentata dai valori di Piombo e Rame che risultano essere inferiori anche ai valori della frazione siltosa.

Risultando i sedimenti del presente studio composti principalmente dalla frazione argillosa, e dato che le frazioni tessiturali più fini del sedimento sono in grado di associare le maggiori quantità di contaminanti (Olsen, 1982), si può concludere che i dati sono confrontabili con i valori bibliografici e tipici delle caratteristiche naturali dell'area di studio. I superamenti delle linee guida internazionali di qualità dei sedimenti non evidenziano pertanto alcuna anomalia di contaminazione, ma sono presumibilmente riferibili alla composizione naturale della matrice cristallina del sedimento.

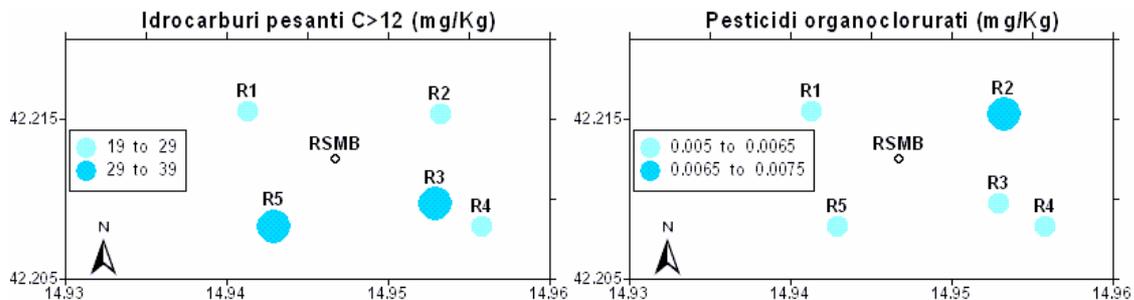
**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**3.2.4 Contaminanti organici**

I contaminanti organici analizzati sono gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), gli Idrocarburi leggeri ( $C \leq 12$ ) e pesanti ( $C > 12$ ), i Pesticidi organoclorurati e i Policlorobifenili totali (PCB).

Per quanto riguarda i composti di  $C \leq 12$ , tutti i campioni sono risultati inferiori al Limite di Rilevabilità ( $< 1$ ). I valori di  $C > 12$  ( $27 \pm 5,5$  mg/Kg) sono compresi tra un minimo di 19 mg/Kg nella stazione R4 ed un massimo di 33 mg/Kg nella stazione R3 (Figura 3.8).

Relativamente ai Pesticidi organoclorurati, le concentrazioni sono piuttosto omogenee ( $0,006 \pm 0,0$  mg/Kg) in tutta l'area di studio, ad eccezione di un valore lievemente superiore di  $0,0074$  mg/Kg nella stazione R2 (Figura 3.8).

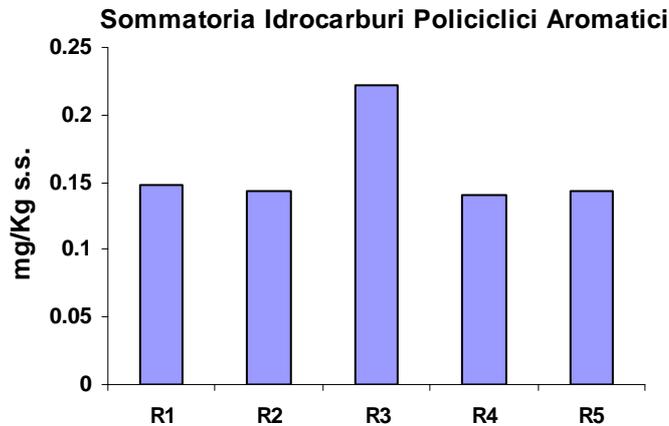


**Figura 3.8 - Concentrazioni degli Idrocarburi pesanti e dei Pesticidi organoclorurati riscontrate nei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

La distribuzione delle concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), espressi come somma dei 16 composti analizzati (Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indeno(1,2,3-cd)pirene, Dibenzo(a,h)antracene e Benzo(ghi)perilene) è riportata in Figura 3.9.

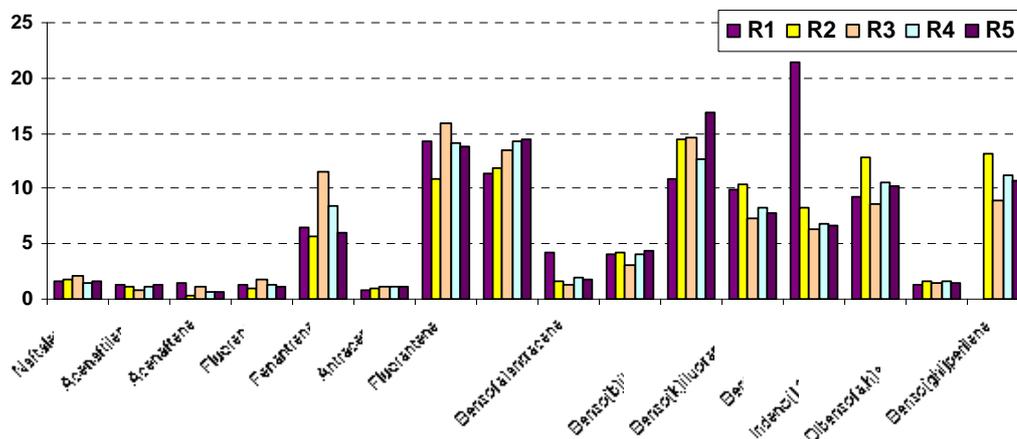
Le concentrazioni della somma degli IPA sono piuttosto omogenee ( $0,160 \pm 0,03$  mg/Kg) in tutta l'area di studio, con un valore pari a  $0,22$  mg/Kg nella stazione R3.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**



**Figura 3.9 - Rappresentazione delle concentrazioni della sommatoria degli IPA riscontrate nei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

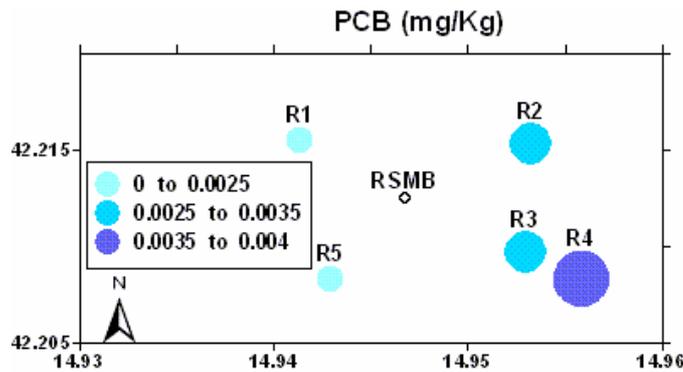
Nelle stazioni dove sono stati determinati gli IPA, i principali congeneri che caratterizzano tutti i campioni di sedimento sono Benzo(b)fluorantene, Fluorantene, Pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3,-cd)pirene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene e Fenantrene (Figura 3.10). Inoltre, nella stazione R1 si nota la prevalenza del Benzo(a)pirene su tutti gli altri congeneri.



**Figura 3.10 - Rappresentazione delle concentrazioni percentuali dei 16 congeneri degli Idrocarburi Policiclici Aromatici analizzati in ogni stazione.**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

Le concentrazioni dei Policlorobifenili totali risultano inferiori a 0,002 nei siti R1 e R5 e superiori a tale valore negli altri siti, con una concentrazione maggiore di 0,0039 mg/Kg nella stazione R4 (Figura 3.11).



**Figura 3.11 - Concentrazioni dei Policlorobifenili totali riscontrate nei sedimenti prelevati nell'area della piattaforma Rospo Mare B.**

Relativamente agli IPA, i risultati appena discussi sono stati confrontati con le linee guida internazionali di qualità dei sedimenti (MacDonald *et al.*, 1996; Long *et al.*, 1995) che definiscono un effetto cronico (TEL e ER-L) e un effetto acuto (PEL e ER-M). Gli intervalli riportati nella prima colonna della Tabella 3.8 rappresentano il valore minimo e il valore massimo per gli IPA analizzati nelle 5 stazioni. Tali valori sono risultati ampiamente al di sotto dei valori guida internazionali.

Anche relativamente ai PCB i valori sono risultati ampiamente al di sotto dei valori guida internazionali (Tabella 3.8).

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**Tabella 3.8 - Confronto tra le concentrazioni dei Policlorobifenili e i valori delle linee guida internazionali per la qualità del sedimento (TEL/PEL, ER-L/ER-M)**

	Sedimenti Area di mare monitorata (min – max)	MacDonald et al., 1996		NOAA (Long et al., 1995)	
		TEL	PEL	ER-L	ER-M
		mg/Kg s.s.			
		TEL	PEL	ER-L	ER-M
<b>IPA totali</b>	0,14 – 0,22	1,68	16,77	4	45
<b>PCB totali</b>	0,0002 – 0,0039	0,022	0,189	0,023	0,180

**3.2.5 Parametri microbiologici**

I parametri microbiologici presi in considerazione sono stati: *Coliformi fecali*, *Coliformi totali* e *Streptococchi fecali*. I valori relativi ai suddetti parametri sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità (10 UFC/g s.s), ad eccezione dei Coliformi totali le cui concentrazioni nelle stazioni R1, R2 e R3 sono rispettivamente di 94, 28 e 18 UFC/g s.s., lievemente superiori ad esso, comunque di entità trascurabile.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

**3.3 Valutazione dello stato di qualità dei sedimenti in confronto alla normativa nazionale correlabile**

Al fine di riassumere le informazioni fin qui analizzate nel dettaglio, nella

Tabella 3.9 - Concentrazioni dei contaminanti inorganici e organici e valori limite di confronto (D.Lgs. 152/2006) e Livello Chimico di Base (LCB) e Livello Chimico Limite (LCL) per la classificazione del sedimento(ICRAM,2006).

sono state riportate le concentrazioni di tutti i contaminanti analizzati e i valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (All. 5 - Tab. 1 - Col. A) e per i siti ad uso commerciale e industriale (All. 5 - Tab. 1 - Col. B) stabiliti dal Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n 152 "Norme in materia ambientale. Inoltre, tutti i valori del presente studio sono stati confrontati con il Livello Chimico di Base (LCB), per i sedimenti costituiti da una frazione pelitica >25%, ed il Livello Chimico Limite (LCL) per la classificazione del sedimento, come riportato nel Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini dell'ICRAM (2006).

Per tutti i parametri analizzati non si osservano superamenti dei limiti riportati nel D.Lgs 152/06. Solo per alcuni parametri, quali lo Zinco ed il Cromo totale in tutte le stazioni, il Cadmio nella stazione R5, il Piombo nella stazione R2 ed il Nichel nelle stazioni R2, R3, R4 e R5 si sono osservati superamenti del LCB (ICRAM, 2006).

Tali superamenti, come già discusso precedentemente nel confronto con i dati bibliografici per l'area in esame (Tabella 3.7) e come previsto anche dalle linee guida proposte dall'ICRAM, sono presumibilmente riconducibili alla composizione naturale della matrice cristallina dei sedimenti e non ci sono segnali relativi a contaminazioni.

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

---

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Tabella 3.9 - Concentrazioni dei contaminanti inorganici e organici e valori limite di confronto (D.Lgs. 152/2006) e Livello Chimico di Base (LCB) e Livello Chimico Limite (LCL) per la classificazione del sedimento(ICRAM,2006).

CONTAMINANTI	U.M.	STAZIONI					DL 152/06 Col.A	DL 152/06 Col.B	ICRAM, 2006 LCB	ICRAM, 2006 LCL
		R1	R2	R3	R4	R5				
Alluminio	mg/Kg s.s.	60571	76211	69425	66477	76185				
Arsenico	mg/Kg s.s.	16	10	13	16	15	20	50	23	32
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,2	0,29	0,32	0,26	0,37	2	15	0,35	0,8
Cromo totale	mg/Kg s.s.	106	130	121	112	135	150	800	100	360
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,109	0,111	0,116	0,117	0,11	1	5	0,4	0,8
Nichel	mg/Kg s.s.	57,9	71,9	67,4	62,2	73,8	120	500	60	75
Piombo	mg/Kg s.s.	20,6	42	24,4	20,6	23,4	100	1000	37	70
Rame	mg/Kg s.s.	17,7	24	22	19,3	24,1	120	600	35	52
Zinco	mg/Kg s.s.	103	127	116	105	138	150	1500	100	170
Naftalene	mg/Kg s.s.	0,0024	0,0025	0,0047	0,0021	0,0023				0,391
Acenaftilene	mg/Kg s.s.	0,0019	0,0016	0,0019	0,0016	0,0018				
Acenaftene	mg/Kg s.s.	0,0022	0,0004	0,0027	0,001	0,0009				0,089
Fluorene	mg/Kg s.s.	0,0019	0,0015	0,0038	0,0019	0,0016			0,021	0,144
Fenantrene	mg/Kg s.s.	0,0097	0,0082	0,0257	0,0118	0,0087			0,087	0,544
Antracene	mg/Kg s.s.	0,0012	0,0013	0,0027	0,0015	0,0016			0,047	0,245
Fluorantene	mg/Kg s.s.	0,0212	0,0157	0,0352	0,0198	0,0199			0,113	1,494
Pirene	mg/Kg s.s.	0,0167	0,017	0,0298	0,0199	0,0209	5	50	0,153	1,398
Benzo(a)antracene	mg/Kg s.s.	0,0063	0,0023	0,003	0,0028	0,0026	0,5	10	0,075	0,693
Crisene	mg/Kg s.s.	0,0059	0,006	0,0069	0,0056	0,0064	5	50	0,108	0,846
Benzo(b)fluorantene	mg/Kg s.s.	0,016	0,0207	0,0325	0,0178	0,0243	0,5	10		
Benzo(k)fluorantene	mg/Kg s.s.	0,0147	0,0149	0,0163	0,0115	0,0112	0,5	10		
Benzo(a)pirene	mg/Kg s.s.	0,0317	0,012	0,0142	0,0096	0,0097	0,1	10	0,08	0,763
Indeno(1,2,3-cd)pirene	mg/Kg s.s.	0,0138	0,0185	0,019	0,0147	0,0147				
Dibenzo(a,h)antracene	mg/Kg s.s.	0,0019	0,0023	0,0033	0,0023	0,0022	0,1	10	0,006	0,135
Benzo(ghi)perilene	mg/Kg s.s.	<0,0001	0,0189	0,0199	0,0157	0,0154	0,1	10		
Sommatoria idrocar.policiclici aromatici	mg/Kg s.s.	0,148	0,144	0,222	0,140	0,144	10	100	0,9	4
PCB (sommatoria dei congeneri)	mg/Kg s.s.	0,0014	0,0034	0,0027	0,0041	0,0002	0,06	5	0,005	0,189
Idrocarburi leggeri C ≤ 12	mg/Kg s.s.	<1	<1	<1	<1	<1	10	250		
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/Kg s.s.	26	25	33	19	31	50	750		
Pesticidi organoclorurati	mg/Kg s.s.	0,0057	0,0074	0,0056	0,0059	0,0055				

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

**4 CONCLUSIONI**

Le attività di monitoraggio per la caratterizzazione delle acque marine e dei sedimenti nelle cinque stazioni ubicate intorno alla piattaforma Rospo Mare B (RSMB) si sono svolte il 23 dicembre 2008. Le stazioni sono state posizionate secondo due transetti, l'uno di tre stazioni ubicato da NO a SE secondo la direzione principale della corrente e l'altro, di due stazioni, situato perpendicolarmente alla linea di costa. Il posizionamento della griglia di campionamento è stato pianificato in modo da inquadrare la situazione a monte del sito di interesse RSMB (stazione di bianco e/o controllo R1) ed il possibile impatto della struttura sull'ecosistema marino circostante (stazioni R2 a NNE, R3 e R4 a SE e R5 a SSO), valutando la possibile dispersione di contaminanti lateralmente e lungo la direzione della corrente principale, anche in ragione di studi pregressi riportati nella letteratura scientifica (Marcaccio et al., 2003).

La caratterizzazione della matrice acquosa ha evidenziato in tutta l'area di studio una colonna d'acqua piuttosto omogenea e ben ossigenata, con una lieve stratificazione termalina che aumenta progressivamente e gradualmente verso il fondo. I valori e gli andamenti dei parametri analizzati non hanno evidenziato alcuna differenza significativa e sono comunque risultati tipici della stagione invernale e confrontabili con i dati bibliografici relativi all'Adriatico centrale.

I sedimenti dell'area di studio hanno una tessitura argillo-siltosa con una componente argillosa di circa il 70% ed identificano in generale un ambiente riducente, in accordo con i dati di letteratura per la zona. Relativamente ai metalli è stata osservata una distribuzione areale abbastanza omogenea in tutta l'area, con un lieve aumento per alcuni elementi in corrispondenza delle matrici più alluminosilicatiche nelle stazioni R2, R3 e R5. In tale contesto, la normalizzazione delle concentrazioni degli elementi sull'Alluminio ha evidenziato che i suddetti aumenti sono dovuti alla composizione naturale della matrice cristallina dei sedimenti. Questa conclusione trova conferma anche nel confronto con i dati pregressi riportati in bibliografia.

Infine, alla luce del confronto con le linee guida internazionali e nazionali e con la normativa di riferimento correlabile non si sono evidenziate anomalie riconducibili ad episodi di contaminazione neanche di lieve entità.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

**5 BIBLIOGRAFIA**

- Artegiani, A., D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F. Raichic, and A. Russo (1997), The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic circulation structure, *Journal of physical Oceanography*, 27, 1515 – 1532.
- Brambati, A., Bregant, D., Lenardon, G., Stolfa, D., 1973. Transport and sedimentation in the Adriatic Sea. Estratto da "Pubblicazione N.20 del Museo Friuliano di Storia Naturale, Udine. Istituto di geologia N. 144, pp. 3-61.
- Decreto Legislativo 152, 2006. Norme in materia ambientale. Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96.
- ICRAM, 2003. Metodologie di campionamento e analisi dell'ambiente costiero. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Difesa Mare.
- ICRAM, 2006. Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, pp. 1-67.
- Long, E.R., D.D. McDonald, S.L. Smith, and F.D. Calder., 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management* 19, 1, pp. :81–87.
- MacDonald, D.D., R.S. Carr, F.D. Calder, E.R. Long, and C.G. Ingersoll., 1996. Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters. *Ecotoxicology* 5:253-278.
- Marcaccio, M., Spagnoli, F., Frascari, F., 2003. Drilling muda s tracers of sedimentation and geochemical processes on continental shelves. *Journal of Coastal Research*, 19 (1): 89-100.
- Olsen C.R., Cutshall N.H. e Larsen I.L., 1982. Pollutant-particle association and dynamics in coastal marine environments: a rewiev. *Mar. Chem.* 11: 501-533.
- Patrick J.R. and Delaune R.D. 1977. Chemical and biological redox systems affecting nutrient avilability in the coastal wetlands. *Geoscience and Man*, 13: 131-137.
- Rapporto ISTISAN. Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici. Menichini, E., Viviano, G., Gruppo di lavoro Istituto Superiore della Sanità, Rapporto 04/15.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

---

- Rybicka, E.H., Ferretti, O., Niccolai, I., 1989. Minerali argillosi e elementi in traccia in alcuni sedimenti dell'Adriatico centrale. Implicazioni ambientali. Atti del III Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia - S.IT.E., Siena 21-24 ottobre 1987, vol.2, Ediz. Zara. Pp. 599-603.
- Shepard F.P., 1954. Nomenclature based on sand, silt, clay ratios. Journal of Sedimentary Geology, 24, pp.: 151-158.

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

---

## APPENDICE 1